

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-221501
(P2000-221501A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)	
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335	5 3 0	2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/00	3 3 6	G 0 9 F 9/00	3 3 6 J	5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-21045

(22)出願日 平成11年1月29日(1999.1.29)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 増田 岳志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72)発明者 角田 行広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

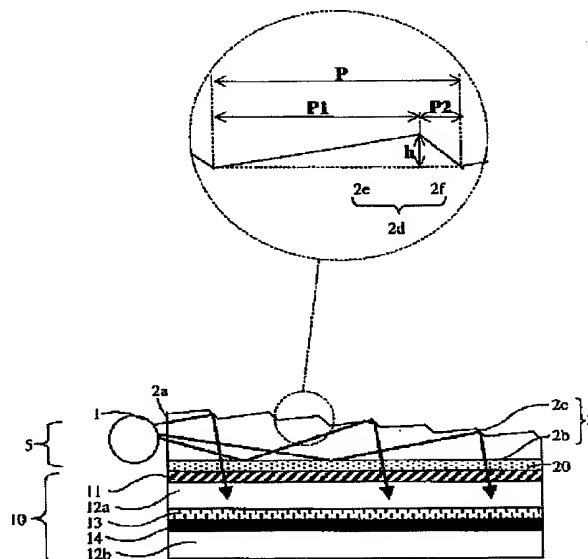
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 導光体を配置することによる反射型液晶表示素子の表示品位の劣化を防止するとともに、導光体と反射型液晶表示素子とを適切な屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせることにより、反射型液晶表示素子に適した明るく均一な照明が可能なフロントライトを用いた液晶表示装置を実現する。

【解決手段】 光源と該光源からの光が入射する入射面および該入射した光を出射する出射面を有する導光体とで構成されるフロントライトと、該導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して該導光体の出射面側に反射して画像を表示する反射型液晶表示素子とを備えてなる液晶表示装置において、前記フロントライトと前記反射型液晶表示素子とを、前記導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と該光源からの光が入射する入射面および該入射した光を出射する出射面を有する導光体とで構成されるフロントライトと、該導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して該導光体の出射面側に反射して画像を表示する反射型液晶表示素子とを備えてなる液晶表示装置において、前記フロントライトと前記反射型液晶表示素子とは、前記導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わされていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記屈折率層と前記導光体との屈折率差は、0 より大で 0.2 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報表示システムやOA機器等に用いられる反射型液晶表示素子とそのフロントライトとから構成される液晶表示装置に係り、特に反射型液晶表示素子の表示品位を劣化させることなく、効率良く照明することが可能なフロントライトに関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置 (Liquid Crystal Display) は、CRT (Cathode Ray Tube)、PDP (Plasma Display Panel)、あるいは EL (Electro Luminescence) といった他の表示装置とは異なり、液晶そのものは発光せずに、特定の光源から照射された光の透過光量、あるいは反射光量を調節、制御することによって文字や画像を表示するものである。

【0003】このような従来の液晶表示装置は、透過型の液晶表示装置と反射型の液晶表示装置とに大別することができる。

【0004】まず、透過型液晶表示装置は、光の入射側と出射側とに偏光板が配置されており、入射側の偏光板を介して入射した直線偏光の偏光状態を液晶層で変調し、出射側の偏光板を透過する光量を制御することにより画像を表示している。したがって、透過型液晶表示装置の光の入射側には、液晶表示装置を後方 (入射側) から照明するバックライトと呼ばれる照明手段である蛍光管や EL などの発光源が配置されているのが一般的である。

【0005】一方、反射型液晶表示装置は、1 枚の偏光板と反射板とを備えており、この偏光板を介して入射した直線偏光が反射板で反射され、再び偏光板に到達する過程で、前記直線偏光の偏光状態が液晶層で変調されることによって偏光板を出射する光量が制御されている。したがって、反射型液晶表示装置は、周囲光を利用して

表示を行うことが可能であるため、上述したようなバックライトを必要とせずに、軽量、薄型、低消費電力を実現することができるという特徴を有するものである。

【0006】さらに、直射日光の当たるような非常に明るい環境下においては、発光型の表示装置や透過型液晶表示装置が画像の視認性を著しく低下させてしまうのに対して、反射型液晶表示装置は、より鮮明に画像を視認することが可能であるという特徴をも有するものである。

【0007】このため、反射型の液晶表示装置は、近年益々需要が高まっており、携帯情報端末やモバイルコンピュータなどに数多く適用される傾向にある。

【0008】しかしながら、このような反射型液晶表示装置は、以下のような問題点も有している。すなわち反射型液晶表示装置は、上述したように周囲光を表示に利用するため、表示輝度が周囲環境に依存する度合いが非常に高く、夜間などの暗い環境下では表示を十分に認識することができない。特に、画像のカラー化のためにカラーフィルターを用いた反射型液晶表示装置や偏光板を用いた反射型液晶表示装置では、上述したような問題は大きく、十分な周囲光が得られない場合には、補助照明手段が必要になる。

【0009】ところが、反射型液晶表示素子の背面には、金属薄膜などにより形成された反射板が配置されているため、透過型液晶表示装置に用いられるバックライトを反射型液晶表示素子の照明手段として適用することは不可能である。

【0010】そのため、反射型液晶表示装置においては、十分な周囲光が得られない場合の補助照明手段として、反射型液晶表示素子を前方から照明するフロントライトと呼ばれる照明装置を用いることが必要となる。

【0011】ここで、反射型液晶表示素子の基本的な構成の一例を図 9 を参照しながら説明する。

【0012】この反射型液晶表示素子は、図 9 に示すように、一対のガラス基板 65a、65b の間に液晶層 66 が挟持され、背面側のガラス基板に反射板 67 が設けられている。その前面側には偏光板 64a と $\lambda/4$ 板 64b とが、偏光板 64a の透過軸 (または吸収軸) と $\lambda/4$ 板 64b の遅相軸 (または進相軸) とが 45° の角度をなすように配置されている。照明光のうち、偏光板 64a を透過した直線偏光は $\lambda/4$ 板 64b で円偏光に変換されて反射型液晶表示素子 65 に入射する。そして反射型液晶表示素子 65 の液晶層 66 が円偏光を変調しない場合には、反射板 67 で反射される際に円偏光の回転方向が逆転するので、再び $\lambda/4$ 板 64b を透過した後で偏光板 64a の透過軸と直交する直線偏光になって偏光板 64b で吸収される。これにより黒色が表示される。一方、入射した円偏光がその偏光状態で反射型液晶表示素子 65 を出射するように液晶層 66 で入射した円偏光を変調させる場合には、再び $\lambda/4$ 板 64b を透過

した後で偏光板64aの透過軸と一致する直線偏光になって偏光板64aを透過する。これにより白色が表示される。

【0013】このときの偏光板64aの透過軸や $\lambda/4$ 板64bの遅相軸の方向は、液晶材料や配向方向、視野角特性などを考慮して決定される。さらに、 $\lambda/4$ 板の光の波長に対する位相遅れの公差を補償するために、偏光板と $\lambda/4$ 板との間に $\lambda/2$ 板を配置することもある。一般に、これらの偏光板、 $\lambda/2$ 板、 $\lambda/4$ 板は各々粘着層を介して一体化されて反射型液晶表示素子に貼り合わせられている。

【0014】また、このときの液晶層の背面側のガラス基板に配置される反射板の表面には微細構造が形成されており、偏光板、 $\lambda/2$ 板、 $\lambda/4$ 板を介して入射した光を散乱して反射させることで広い視角範囲で一様に表示できるように工夫されている。具体的には、フォトリソプロセスによって下地層としての微細構造が形成され、その上にAlを真空蒸着することで反射電極が形成される。図10に、このような微細構造を備えた反射電極(MRS)の散乱特性を標準白色板(MgO)の散乱特性と比較して示す。図10に示すように、微細構造を備えた反射電極では入射角 30° 以内で入射した光を効率よく正面方向に散乱反射することができることが分かる。

【0015】このように、液晶層による変調を画素毎に制御することによって文字や画像が表示されるが、さらにこの反射型液晶表示素子において、カラー表示を行う場合には、各画素に配置された赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色のカラーフィルタ層を透過させて着色光を得る。このR、G、Bの配列パターンは種々あるが、代表的なものとしては、図11(a)に示すデルタ配列や、図11(b)に示すストライプ配列などが挙げられ、画素が水平方向および垂直方向に繰り返されて構成される。

【0016】画素数や画素サイズについても様々であり、例えば、デルタ配列の反射型液晶表示素子の場合には、2.0型では水平画素数×垂直画素数が 280×220 、画素サイズが水平方向 $145.5 \mu\text{m}$ 、垂直方向 $234.5 \mu\text{m}$ であり、2.5型では水平画素数×垂直画素数が 280×220 、画素サイズが水平方向 $179.5 \mu\text{m}$ 、垂直方向 $168.5 \mu\text{m}$ という仕様が採用されている。また、3.8型QVGAの反射型液晶表示素子では、ストライプ配列で水平画素数×垂直画素数が 960×240 、画素サイズは水平方向が $81 \mu\text{m}$ 、垂直方向が $234.5 \mu\text{m}$ という仕様が採用されている。

【0017】ところで、上述したフロントライトについても従来から提案されている。例えば、SID'95 Digest p. 375には、図12(a)に示すようなフロントライトが開示されている。

【0018】図12(a)に示すように、このフロント

ライト81は、導光体83とその端面83aに配置された光源82とを有し、導光体83の光出射面83bに対向する対向面83cには、伝搬部83eと反射部83fとからなる周期的な凹凸83dが形成されている。光源82から入射面83aを介して入射した光は、直接または出射面83bや対向面83cで全反射され、導光体83の内部を伝搬し、対向面83cの周期的な凹凸83dによって出射面83dに向かって反射されて出射する。そして、出射面83dから出射された光は反射型液晶表示素子85に照射される。

【0019】また、例えば、特開平4-97129号公報には、図13(a)(b)に示すようなフロントライトも開示されている。

【0020】図13(a)に示すように、このフロントライト91は、導光体93とその端面に配置された光源92とを有し、この導光体93と反射型液晶表示素子95とは密着して配置されている。または、導光体93と反射型液晶表示素子95とを直接密着して配置することが困難な場合には、図13(b)に示すように、導光体93よりも屈折率が大きく、かつ透明な樹脂層96を介して両者を密着配置するというような構成が開示されている。ここで、導光体93と反射型液晶表示素子95とを密着配置しない場合には、光源92から導光体93の内部に入射した光が導光体93の表面で図中の点線のように全反射して伝搬するため、反射型液晶表示素子95を照明する光は出射しない。しかしながら、上述したように、導光体93と反射型液晶表示素子95とを密着配置した場合には、導光体93と屈折率がほぼ等しいか、より大きい屈折率を有する反射型液晶表示素子95または透明樹脂層96とで界面を構成することになるため、導光体93内部での全反射が生じることはなくなり、光源92からの光は導光体93から出射して、反射型液晶表示素子95に照射されることになる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような従来のフロントライトを備える液晶表示装置は、以下のような課題を有している。

【0022】まず、SID'95 Digest p. 375に開示されたフロントライト81は、点灯時に導光体83の対向面83cから漏れ光が出射して観察者に直接到達するため、黒表示が浮いた状態になって表示のコントラストを著しく低下させるという問題があった。さらに、対向面83cから出射する漏れ光は、対向面近傍に存在する埃、導光体の傷などの異物に照射されるため、それらが輝点として観察されていた。加えて、フロントライト81と導光体83との間に存在する異物にも照射され、それが輝点として観察されるため、表示品位を劣化させる上に生産性を損なう原因ともなり、表示品位を劣化させるうえに生産性を損なう原因ともなり、非常に大異な問題となっていた。

【0023】また、周期的な凹凸を有するフロントライト 81 を反射型液晶表示素子 85 の前方に配置する場合には、モアレ縞と呼ばれる周期的な明暗縞が発生して、液晶表示装置としての表示品位を劣化させるという問題も有している。このフロントライト 81 における光源 82 からの光は、導光体 83 の対向面 83c に形成された周期的な凹凸 83d で反射されて出射され、反射型液晶表示素子 85 に入射する。入射された照明光は、反射型液晶表示素子 85 において画素パターンを通過し、画素毎に反射されて再び導光体 83 に形成された周期的な凹凸 83d を通過して観察者に到達し、画像が認識される。したがって、導光体 83 の周期的な凹凸 83d、反射型液晶表示素子 85 の画素パターン、再度の導光体 83 の周期的な凹凸 83d の 3 つの周期が干渉を起こす結果、上述したモアレ縞が発生する。また、フロントライト 81 を点灯せずに、周囲光を利用して反射型液晶表示素子 85 の画像を観察する場合も同様で、光が導光体 83 に形成された周期的な凹凸 83d を通過し、反射型液晶表示素子 85 の画素パターンを通過し、さらに再び導光体 83 の周期的な凹凸 83d を通過するため、これらの周期の干渉によるモアレ縞が発生する。

【0024】さらに、反射型液晶表示素子 85 で反射された光は、導光体 83 を通過する際に、導光体 83 に形成された周期的な凹凸 83d の伝搬部 83e と反射部 83f とで別々の方向に屈折されるため、反射型液晶表示素子 83 の表示が 2 重に観察されるという問題も発生する。

【0025】また、フロントライト 81 を点灯せずに、周囲光を利用して反射型液晶表示素子 85 の画像を観察する場合には、導光体 83 の表面反射によって周囲の映り込みや表示のコントラストの低下が発生して表示品位が著しく低下してしまう。

【0026】上述したようなモアレ縞の発生や表示の 2 重像の発生については、上述した SID' 95 Digest p. 375 において、フロントライト 83 に光学補償板を加えた構成によって解決する方法が開示されている。この解決方法について、図 12 (b) を参照して説明する。

【0027】図 12 (b) に示すように、このフロントライト 81 には光学補償板 86 が備えられており、この光学補償板 86 には、導光体 83 の対向面 12c に形成された周期的な凹凸 83d が転写された形状の補償凹凸 87 が形成されるとともに、導光体 83 と光学補償板 86 とは両者に形成された凹凸 83d、87 同士が空気層を介して対向して構成されている。これにより、照明光を受けた反射型液晶表示素子 85 からの反射光は、導光体 83 に形成された周期的な凹凸 83d の伝搬部 83e および反射部 83f を通過する際に別々の方向に屈折するものの、光学補償板 86 の補償凹凸 87 を通過する際に再び屈折することで、光は凹凸が無い場合と同様に進

行する。したがって、このような機能を備える光学補償板 86 を配置することによって導光体 83 に形成された周期的な凹凸 83d に起因するモアレ縞と反射型液晶表示素子 85 の表示の 2 重像とが防止される。

【0028】しかしながら、上述したように光学補償板 86 を付加したフロントライトにおいては、後述する新たな問題が発生する。例えば、上述したような補償の効果を得るためには、導光体 83 と光学補償板 86 との間隔をできるだけ小さくする必要があるが、この間隔が不均一であると干渉縞が生じてしまうため、非常に高い精度での設置が必要となる。また、光学補償板 86 の新たな界面による反射が加わるため、観察者に向かって反射される光が増加したり、透過率が低下して反射型液晶表示素子 85 の表示が暗くなることによって表示のコントラスト比が低下してしまう。さらに、フロントライトの厚さが増すことにより、表示装置としての大型化を招くという問題も発生してしまう。

【0029】また、特開平 4-97129 公報に開示されたフロントライト 91 については、その導光体 93 の形状について記述がないものの、例えばその形状が両面共に平面であったとすると、反射型液晶表示素子 95 に向かう光が導光体 93 と空気層との界面で全反射した光となり、反射型液晶表示素子 95 を照明する光の入射角は全反射角以上の角度になってしまう。ここで、一般に導光体 93 に使用される材質であるガラスまたは透明樹脂の屈折率が約 1.5 であるため、空気層との界面での全反射角は約 40° となる。したがって、反射型液晶表示素子 95 の照明光の入射角は約 40° 以上となる。これに対して、反射型液晶表示素子 95 の反射電極は、入射角が約 30° 以下の照明光を効率よく正面方向に反射することから、このフロントライト 93 は反射型液晶表示素子 95 に適した照明装置とはいえない。

【0030】また、反射型液晶表示素子を効率よく照明するために、入射角が 30° 以下である照明光を出射するフロントライトとして、例えば、SID' 95 Digest p. 375 に開示されたフロントライトを反射型液晶表示素子に密着配置させたとしても以下の問題が生じる。

【0031】フロントライト 81 は、上述したように、光源 82 から導光体 83 の内部に入射した光が、出射面 83b と対向面 83c とで全反射を繰り返しながら伝搬して均一な照明を実現する。したがって、導光体 83 を反射型液晶表示素子 85 に密着配置させて、屈折率が導光体 83 とほぼ等しいか、それより大きい材質とで界面を構成すると、導光体 83 の出射面 83b での全反射が発生しなくなり、導光体 83 を伝搬する光が減少して、光源 82 から遠ざかるほど暗い照明装置となってしまう。すなわち、フロントライト 81 の照明光が暗く、かつ不均一なものとなってしまう。

【0032】本発明は、以上のような課題を解決するた

めになされたものであって、導光体を配置することによる反射型液晶表示素子の表示品位の劣化を防止するとともに、導光体と反射型液晶表示素子とを適切な屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせることで、反射型液晶表示素子に適した明るく均一な照明が可能なフロントライトを用いた液晶表示装置の実現を目的とする。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、光源と該光源からの光が入射する入射面および該入射した光を出射する出射面を有する導光体とで構成されるフロントライトと、該導光体の出射面から出射する光を画素毎に制御して該導光体の出射面側に反射して画像を表示する反射型液晶表示素子とを備えてなる液晶表示装置において、前記フロントライトと前記反射型液晶表示素子とは、前記導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わされていることを特徴としており、そのことにより上記目的が達成される。

【0034】このときの前記屈折率層と前記導光体との屈折率差は、0より大で0.2以下であることが好ましい。

【0035】以下、本発明の作用について説明する。

【0036】本発明においては、フロントライトと反射型液晶表示素子とが該フロントライトの導光体の屈折率よりも小さい屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わされていることによって、導光体と屈折率層との界面で全反射が生じる。具体的には、導光体の材質として屈折率が1.49のポリメチルメタクリレートを使用し、屈折率層として屈折率が1.38の透明樹脂を使用した場合、図14に示すような反射角と反射率の関係が生じる。図14によれば、反射角が大きい領域で反射率が100%となる全反射が生じる。したがって、光源から導光体の入射面を介して導光体の内部に入射した光は、導光体の出射面と屈折率層との界面で全反射して伝搬されるため、導光体から出射される照明光の光量が増加し、反射型液晶表示素子を明るく照明することが可能となる。

【0037】また、反射型液晶表示素子の画像を周囲光によって観察する場合には、導光体と屈折率層との界面の屈折率差によって生じる正面方向（反射角が0°）の反射率（表面反射率）を表示品位を妨げない程度に抑制することができる。具体的には、導光体の材質として屈折率が1.49のポリメチルメタクリレートを使用した場合、図15に示すような屈折率層との界面で生じる表面反射率と屈折率層の屈折率との関係が生じる。図15によれば、導光体と屈折率層との屈折率差が0.2以下であれば、表面反射率を0.5%以下にできることが分かる。ここで、一般の反射防止処理を施したガラス板やアクリル板の表面反射率が0.5%程度であることを考えると、屈折率層の界面における表面反射はさほど大きくなく、特に、周囲光の照明による反射型液晶表示素子の

表示品位を損なうことはない。このように、屈折率層と導光体との屈折率差を0.2以下にすることにより、表面反射率を0.5%以下にすることができるので好ましい。

【0038】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0039】図1および図2は、本実施形態における液晶表示装置の構成を示す断面図および斜視図である。

【0040】図1に示すように、この液晶表示装置は、光源1および導光体2を有するフロントライト5と、偏光選択透過手段11、一対のガラス基板12a、12b、その間に挟持された液晶層13、およびその背面側に配置された反射電極14を有する反射型液晶表示素子10とで構成されており、これらのフロントライト5と反射型液晶表示素子10とは、屈折率層20によって貼り合わされて一体形成されている。

【0041】本実施形態では、フロントライト5における光源1として蛍光管を用い、また、導光体2としては、屈折率が1.49のポリメチルメタクリレート射出成型して作成したものを用いた。この導光体2は、光源1からの光が入射する光入射面2a、この光入射面2aにほぼ垂直な方向に、入射した光を出射する光出射面2b、この光出射面2bに対向する対向面2cを備えており、さらに、この対向面2cには、伝搬部2eと反射部3eとを有するプリズム状の周期的な凹凸2dが形成されている。

【0042】また、反射型液晶表示素子10は、反射電極14で導光体2から出射される照明光を反射するとともに、液晶層13で変調し、再び導光体2を透過する光量を調節して画像を表示する。本実施形態では、この反射型液晶表示素子10として、3.8型QVGAのストライプ配列、すなわち画素数が960×240、画素サイズが81μm×234.5μmのものを使用した。

【0043】また、偏光選択透過手段11は、偏光板、λ/2板、λ/4板からなり、粘着層を介してこの順序で一体化されており、さらにガラス基板12aに貼り合わされている。この偏光選択透過手段11に入射した光は、偏光板によって直線偏光のみが選択され、この選択された直線偏光はλ/2板によってλ/4板の遅相軸（進相軸）と45°の角度をなす直線偏光に旋光され、この旋光された直線偏光はλ/4板によって円偏光に変換される。そして、反射型液晶表示素子10は、偏光選択透過手段11を通過した円偏光を画素毎に液晶層13で変調しつつ、反射電極14で反射させて、再び偏光選択透過手段11を通過する光の光量を制御することで画像を表示している。

【0044】また、屈折率層20としては、エポキシ樹脂テクノロジー社製の紫外線硬化樹脂を使用し、導光体2側から紫外線を照射して硬化させることにより導光体2と

10

20

30

40

50

反射型液晶表示素子 10 との貼り合わせを行った。

【0045】ここで、導光体 2 の対向面 2 c に形成された周期的な凹凸 2 d について説明する。上述したように、導光体に周期的な凹凸が形成されたフロントライトでは、導光体の周期的な凹凸、反射型液晶表示素子の画素パターン、再び導光体の周期的な凹凸を通過した光が観察者に到達するため、干渉によるモアレ縞が発生してしまう。また、導光体の周期的な凹凸が形成された筋の方向と反射型液晶表示素子の画素パターンの間に角度を与えることによって、このモアレ縞の周期が短くなり、

やがて認識されなくなるという現象が生じる。
【0046】この点に関し、画素パターンがデルタ配列の場合について、モアレ縞が認識されない角度範囲を測定した結果を図 3 に示す。ここでは、2.0 型と 2.5 型のデルタ配列の反射型液晶表示素子の前面にフロントライトを配置した場合について、その導光体の周期的な凹凸の筋の方向と反射型液晶表示素子の画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度を変化させてモアレ縞を観察した。なお、この図 3 では、2.0 型の場合を実線で示し、2.5 型の場合を点線で示す。

【0047】この図 3 から分かるように、周期的な凹凸の周期によっては角度範囲にばらつきが見られるものの、ほぼ 10° から 25° 、または 55° から 80° の角度範囲でモアレ縞が観察されない。

【0048】同様に、画素パターンがストライプ配列の場合について、モアレ縞が認識されない角度範囲を測定した結果を図 4 に示す。ここでは、3.8 型 QVGA のストライプ配列の反射型液晶表示素子の前面にフロントライトを配置した場合について、その導光体の周期的な凹凸の筋の方向と反射型液晶表示素子の画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度を変化させてモアレ縞を観察した。

【0049】この図 4 から分かるように、周期的な凹凸の周期によっては角度範囲にばらつきが見られるものの、ほぼ 15° から 75° の角度範囲でモアレ縞が観察されない。

【0050】本実施形態におけるフロントライト 5 の導光体 2 の凹凸 2 d の周期と形成される筋の方向は、反射型液晶表示素子 10 の画素パターンとの干渉によって発生するモアレ縞による表示品位の劣化を防止するために、上述した図 4 にしたがって決定した。すなわち、本実施形態で用いた反射型液晶表示素子 10 が 3.8 型のストライプ配列であることから、フロントライト 5 の導光体 2 に形成された凹凸 2 d は、周期 P を $390\mu\text{m}$ とし、反射型液晶表示素子 10 の画素パターンの繰り返しの水平方向とのなす角度を 23° として形成した。このような構成によって、導光体 2 に形成された周期的な凹凸 2 d と反射型液晶表示素子 10 の画素パターンとの干渉によるモアレ縞の周期が短くなって観察者には認識されず、反射型液晶表示装置としての表示品位を損なうこ

とはなくなる。

【0051】また、ここで反射型液晶表示素子の表示の 2 重像による表示品位の劣化について、その評価方法を示す。図 5 に示すように、導光体 2 を前面に配置した反射型液晶表示素子 10 を蛍光灯 1 によって上方から照明して表示を観察し、この時の表示の 2 重像による表示品位の低下の度合いを評価した。この評価の結果、得られた凹凸の伝搬部と反射部の比率 ($P2/P1$) と 2 重像との関係を図 6 に示す。図 6 中の \bigcirc 印は 2 重像が観察されず良好な表示品位である状態を示す。また、同様に、 \triangle 印は 2 重像がやや発生するものの表示の認識には支障の無い状態を示し、 \times 印は 2 重像が顕著であり、表示品位に悪影響を及ぼす状態を示す。図 6 によれば、導光体の対向面に形成された周期的な凹凸における伝搬部と反射部との比率 ($P2/P1$) が 0.2 以下であれば、表示の認識に支障がある程の 2 重像は観察されず、さらに 0.05 以下であれば 2 重像が観察されない良好な表示品位を得ることができる。

【0052】本実施形態では、上述した導光体 2 に形成された凹凸 2 d の周期 $390\mu\text{m}$ のうち、伝搬部 2 e の長さ $P1$ を平均 $375\mu\text{m}$ 、反射部 2 f の長さ $P2$ を平均 $15\mu\text{m}$ 、凹凸の高さ h を $15\mu\text{m}$ とした。また、反射部 2 f の長さ $P2$ は、導光体 2 の面内で均一な照明光が射出されるように入射面 2 a に近いほど $15\mu\text{m}$ よりも短く、遠いほど $15\mu\text{m}$ よりも長くして形成した。したがって、伝搬部 2 e に対する反射部 2 f の割合 ($P2/P1$) は 0.05 以下となり、観察者は反射型液晶表示素子 10 の表示を主に伝搬部 2 e を通して見ることになり、反射部 2 f を通過して観察者に到達する光によって発生する 2 重像を防止でき、良好な表示品位を得ることができる。

【0053】また、ここでフロントライト 5 と反射型液晶表示素子 10 とを貼り合わせる屈折率層 20 について、その屈折率と表示装置の表示品位との関係を従来技術と比較しながら説明する。なお、本実施形態の液晶表示装置における屈折率層 20 の屈折率としては、1.38、1.42、1.47 のものを用いて測定した。また、従来の液晶表示装置としては、屈折率層が存在せず、フロントライトを反射型液晶表示素子の前方に配置したものを用いて測定した。

【0054】まず、周囲光による照明によって液晶表示装置を観察する場合の表示品位については、ミノルタ (株) 製の分光測色計 CM-2002 を用いて液晶表示装置の白色表示の反射率と黒色表示の反射率とを測定し、表示の明るさとコントラスト比を算出した。この結果を図 7 に示す。図 7 に示すように、本実施形態における液晶表示装置は、従来の液晶表示装置と比較して、表示の明るさについては同等であるものの、コントラスト比が大きく向上していることが分かる。これは、屈折率層 20 の存在によって、導光体 2 の表面反射を低減させ

ることができるからである。

【0055】次に、フロントライト5による照明光によって液晶表示装置を観察する場合の表示品位については、TOPCOM(株)製の輝度計BM-5Aを用いて液晶表示装置の白色表示の輝度と黒色表示の輝度とを測定し、表示の明るさとコントラスト比を算出した。この結果を図8に示す。図8に示すように、従来の液晶表示装置は、表示は明るいもののコントラスト比が非常に低く、ぼけた画像になっているのに対して、本実施形態における液晶表示装置は、コントラスト比が非常に高く、表示品位のよい画像を実現していることが分かる。

【0056】さらに、この屈折率層20の屈折率は、導光体2の屈折率1.49よりも小さいほど表示の明るさが向上している。これは、導光体2と屈折率層20との界面での屈折率差によって全反射が生じ、導光体2の内部を伝搬する光の量が増大するためである。したがって、表示の明るさとコントラスト比とを両立した液晶表示装置を提供することが可能となっている。

【0057】以上の結果より、本実施形態の液晶表示装置では、屈折率層20として屈折率が1.38の紫外線硬化樹脂を適用し、導光体2と反射型液晶表示素子10とを貼り合わせることによって、導光体2の表面反射を低減する一方で全反射を生じさせ、周囲光による照明およびフロントライト5による照明の両方において、明るくコントラスト比の良好な表示を提供することが可能な液晶表示装置を実現することができる。

【0058】なお、このときの屈折率層の屈折率は、上述したものには限らないが、導光体との屈折率差は0.2以下であることが望ましい。これは、導光体との屈折率差が大きいくほど屈折率層との界面での全反射が大きくなってフロントライトの照明光は増大するものの、表面反射が増大してしまうからであり、これにより、周囲光による照明を利用する場合の液晶表示装置の表示のコントラスト比が低下して、表示品位を劣化させるからである。

【0059】また、このときの屈折率層の材質についても、上述した紫外線硬化樹脂に限られるものではなく、熱硬化樹脂などの導光体と反射型液晶表示素子とを貼り合わせることができる透明な樹脂であればよい。

【0060】また、本実施形態では、フロントライトの光源として蛍光管を使用した。他にもELやLED、LEDと棒状導光体の組み合わせなど、導光体の光入射面に均一に光を照射する光源であれば、いずれも用いることができる。

【0061】また、導光体の材質についても、ガラスの他に、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂に代表される透明樹脂など、適宜用いることができる。

【0062】また、導光体に形成される周期的な凹凸の筋の方向についても、本実施形態で用いたものに限られ

るものではなく、反射型液晶表示素子の画素パターンによって適宜選択すればよい。すなわち、導光体に形成される周期的な凹凸の筋の方向は、その周期によって異なるものの、反射型液晶表示素子の画素パターンがデルタ配列である場合には、画素パターンの水平方向と10~25°または55°~80°、反射型液晶表示素子の画素パターンがストライプ配列である場合には、15~75°の角度を持たせることが好ましい。

【0063】また、反射型液晶表示素子は偏光選択透過手段を備えて円偏光を変調して画像を表示するものに限らず、様々な液晶分子のモードを利用した反射型液晶表示素子を適用することができる。

【0064】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明による場合には、フロントライトにおける導光体と反射型液晶表示素子とを適切な屈折率を有する屈折率層を介して貼り合わせることによって、導光体の表面反射を低減させ、導光体と屈折率層との界面における全反射を発生させて、明るくコントラスト比の良好な液晶表示装置を実現することができる。また、このときの導光体を適切に設計することにより、モアレ縞や2重像などによって反射型液晶表示素子の表示品位が損なわれることを防止することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本実施形態における液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】図2は、本実施形態における液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図3】図3は、液晶表示装置の画素パターンがデルタ配列の場合におけるモアレ縞が認識されない角度範囲を測定した結果を示す図面である。

【図4】図4は、液晶表示装置の画素パターンがストライプ配列の場合におけるモアレ縞が認識されない角度範囲を測定した結果を示す図面である。

【図5】図5は、液晶表示装置の導光体により発生する反射型液晶表示素子の表示の2重像を評価する手法を示す断面図である。

【図6】図6は、液晶表示装置の導光体により発生する反射型液晶表示素子の表示の2重像の程度を測定した結果を示す図面である。

【図7】図7は、周囲光を利用した際の液晶表示装置の表示の明るさとコントラスト比を示す図面である。

【図8】図8は、フロントライトを利用した際の液晶表示装置の表示の明るさとコントラスト比を示す図面である。

【図9】図9は、反射型液晶表示素子における基本的な光の偏光状態を説明するための斜視図である。

【図10】図10は、反射型液晶表示素子に用いられる反射電極の散乱反射特性を示す図面である。

【図11】図11(a)(b)は、反射型液晶表示素子

13

における画素の配列パターンを示す平面図である。

【図12】図12(a)(b)は、従来の技術におけるフロントライトと反射型液晶表示素子により構成される液晶表示装置を示す断面図である。

【図13】図13(a)(b)は、従来の技術におけるフロントライトと反射型液晶表示素子により構成される液晶表示装置を示す断面図である。

【図14】図14は、液晶表示装置におけるフロントライトの導光体と屈折率層との界面で発生する反射率を示す図面である。

【図15】図15は、液晶表示装置におけるフロントライトの導光体と屈折率層との界面で発生する表面反射率を示す図面である。

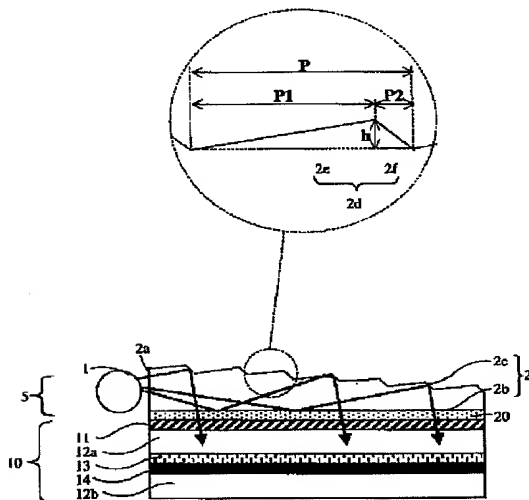
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 導光体
- 2a 入射面
- 2b 出射面
- 2c 対向面
- 2d 凹凸
- 2e 伝搬部
- 2f 反射部
- 5 フロントライト

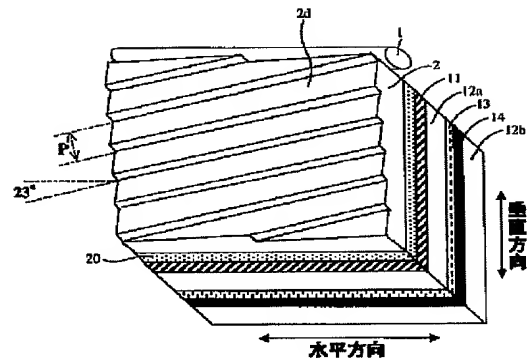
14

- * 10 反射型液晶表示素子
- 12a ガラス基板
- 12b ガラス基板
- 13 液晶層
- 14 反射電極
- 20 屈折率層
- 81 フロントライト
- 82 光源
- 83 導光体
- 10 83a 入射面
- 83b 出射面
- 83c 対向面
- 83d 凹凸
- 83e 伝搬部
- 83f 反射部
- 85 反射型液晶表示素子
- 86 光学補償板
- 87 補償凹凸
- 91 フロントライト
- 20 92 光源
- 93 導光体
- 95 反射型液晶表示素子
- * 96 透明樹脂層

【図1】



【図2】



【図6】

凹凸の伝搬部と反射部の割合($P2/P1$)と2重像の程度

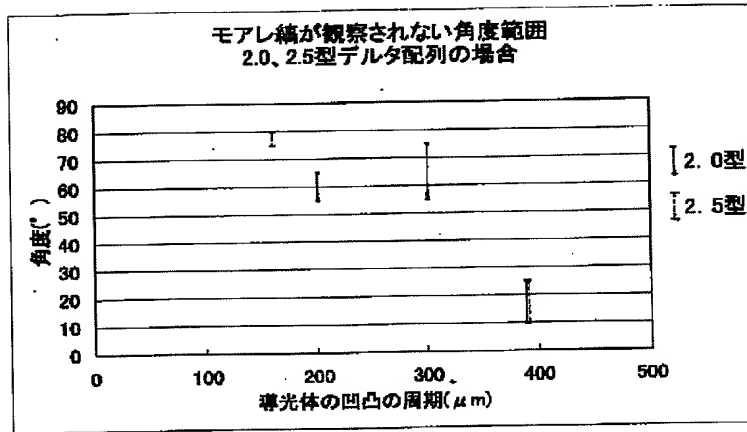
割合($P2/P1$)	0.01	0.05	0.10	0.15	0.15	0.25
2重像の程度	○	○	△	△	△	△

○:2重像が発生しない

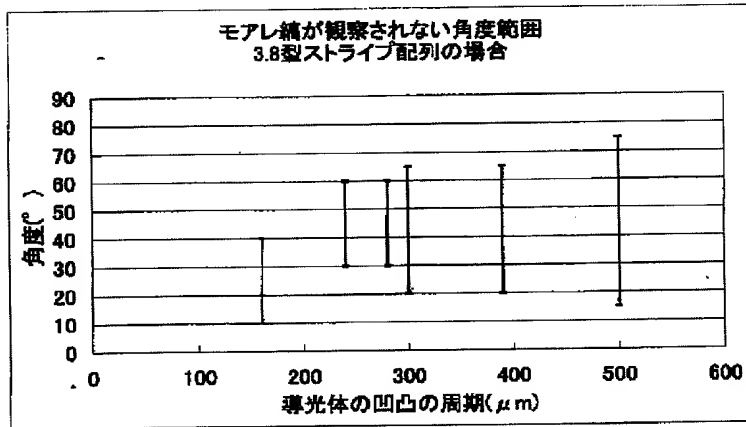
△:2重像が発生するが、表示品位には影響しない

×:2重像が発生し、表示品位が低下する

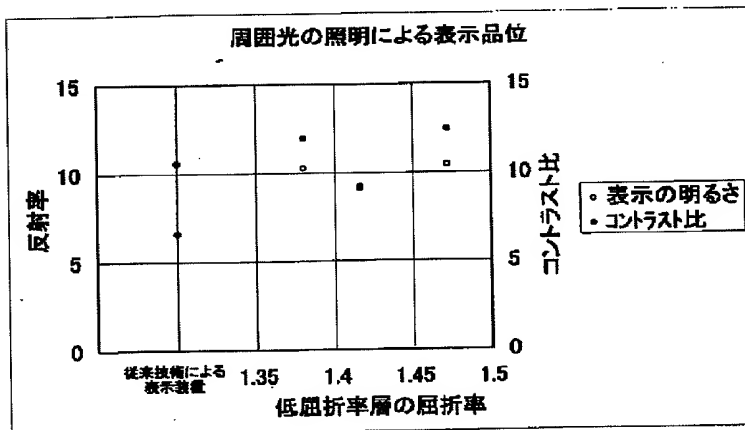
【図3】



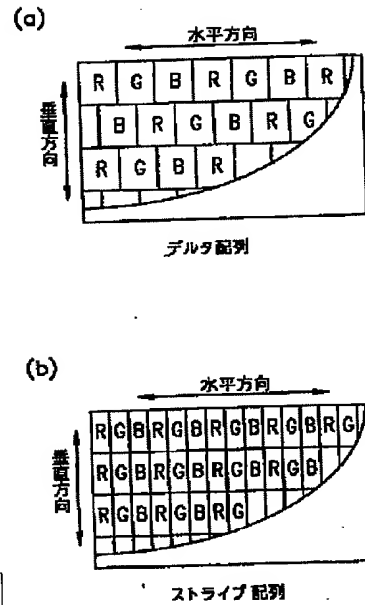
【図4】



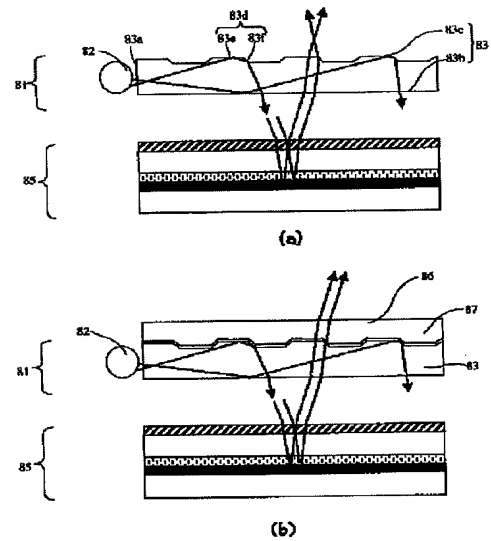
【図7】



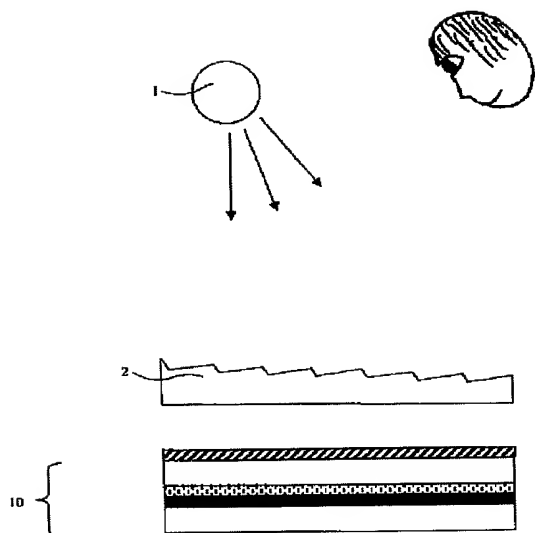
【図11】



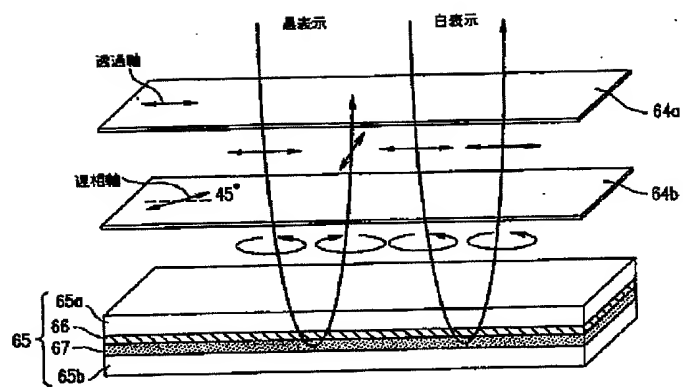
【図12】



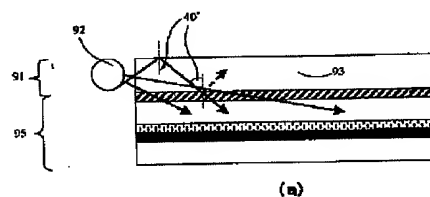
【図5】



【図9】

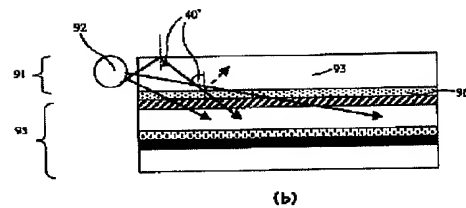
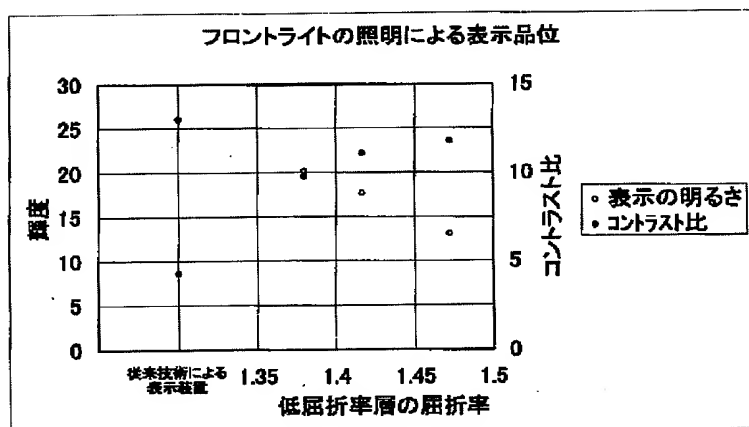


【図13】



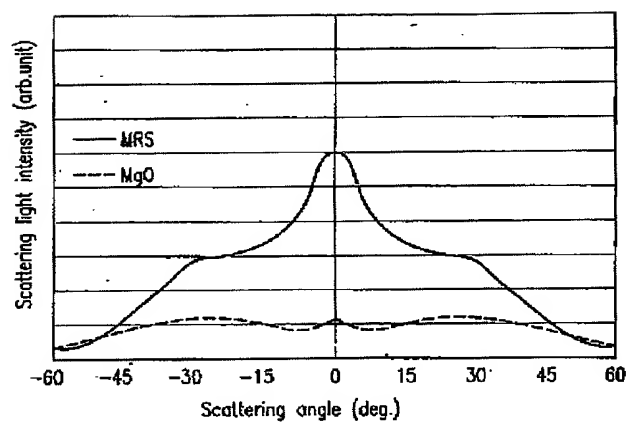
(a)

【図8】

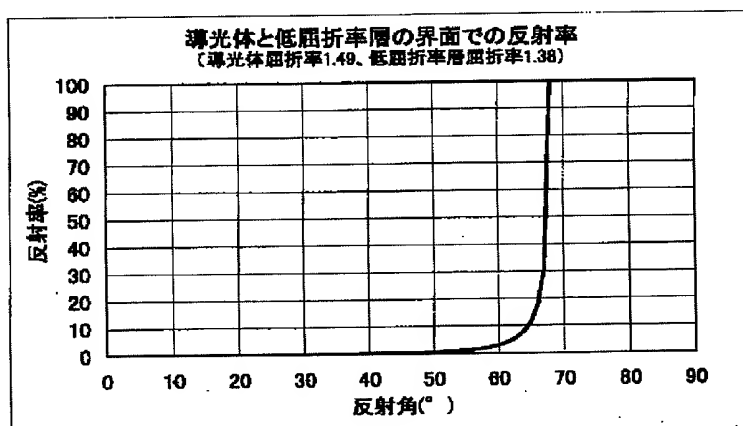


(b)

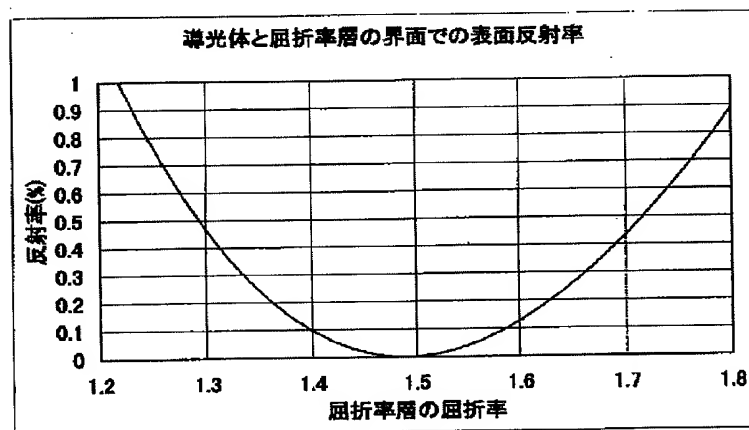
【図10】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 海老 毅
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

Fターム(参考) 2H091 FA14Z FA23X FA41X FB02
FD06 FD14 GA17 LA03 LA18
5G435 AA01 BB12 BB16 EE27 FF08
HH01 LL08 LL12